

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-112484

(P2002-112484A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002. 4. 12)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
H 0 2 K	3/18	H 0 2 K	P 5 H 0 0 2
	1/14		Z 5 H 6 0 3
	3/28		M 5 H 6 1 5
	15/095		

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-295772 (P2000-295772)

(22) 出願日 平成12年9月28日 (2000. 9. 28)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 三浦 徹也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

Fターム (参考) 5H002 AA07 AA09

5H603 BB01 BB12 CA01 CB02 CC04

CC17 CD22 CD33 CD02

5H615 AA01 BB01 BB14 PP01 PP08

PP13 QQ03 QQ12 QQ27 SS13

(54) 【発明の名称】 集中巻電動機およびこれに用いるコイルの設計方法

(57) 【要約】

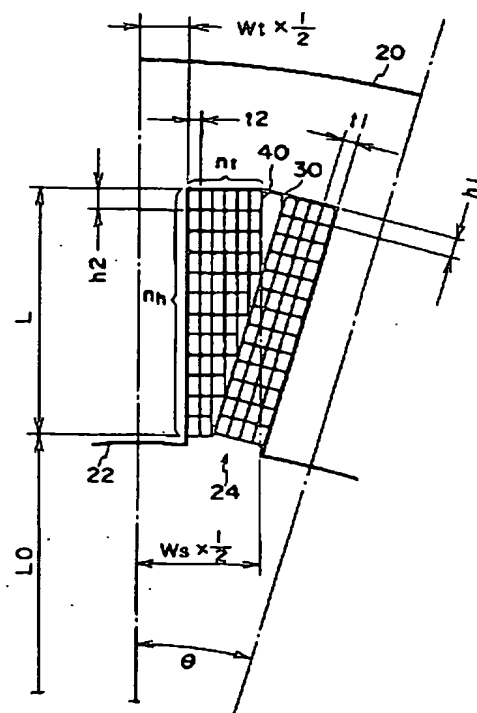
【課題】 占積率の高い矩形コイルとピラミッドコイルを設計する。

【解決手段】 適当な巻数Nを用いて式(1)および式(2)の関係を満たすntとnhのうちその積が最小のものをピラミッドコイル40の最大層数ntと最大列数nhとし、ピラミッドコイル40の高さLを最大列数nhで除して平角素線の高さh2を決定する。また、ピラミッドコイル許容最大幅Wsからティース幅Wtを減じて1/2を乗じたものを最大層数ntで除して平角素線の厚みt2を決定する。矩形コイル30は、ピラミッドコイル40を装着したときのスロット24の残余のスペースから平角素線の高さh1と厚みt1とを決定する。

【数8】

$$nt \leq nh \cdot \frac{Ws - Wt}{2 L m t \tan \theta} \quad \dots (1)$$

$$nt \leq N \cdot \frac{L \cdot (Ws - Wt)}{2 S \cdot nh} \quad \dots (2)$$



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のスロットとティースとが交互に配置されたステータコアに矩形コイルとピラミッドコイルとを交互に取り付けてなる集中巻電動機であって、前記矩形コイルと前記ピラミッドコイルは、断面積が同一の平角素線を用いて同一の巻数だけ巻回されてなると共に軸方向の長さが略同一として形成され、更に、前記スロット内で該ピラミッドコイルの傾斜部が該矩形コイルに略接するよう形成されてなる集中巻電動機。

【請求項2】 前記矩形コイルと前記ピラミッドコイルは、異なる断面形状の平角素線で巻回されてなる請求項1記載の集中巻電動機。

【請求項3】 前記矩形コイルと前記ピラミッドコイルは、前記軸方向の長さが前記ティースの長さより所定長さだけ短く形成されてなる請求項1または2記載の集中巻電動機。

【請求項4】 複数のスロットとティースとが交互に配置されたステータコアに交互に取り付け可能な矩形コイルとピラミッドコイルとを設計するコイルの設計方法であって、断面積が同一の平角素線を用いて同一の巻数だけ巻回する共に軸方向の長さを略同一とし、更に、前記ステータコアに取り付けたときに前記ピラミッドコイルの傾斜部が前記矩形コイルに略接するよう該矩形コイルと該ピラミッドコイルを設計するコイルの設計方法。

【請求項5】 請求項4記載のコイルの設計方法であって、(a) 前記ピラミッドコイルの最大列数 $n_h$ と最大層数 $n_t$ が式(1)および式(2)の関係を満たすと共に最大列数 $n_h$ と最大層数 $n_t$ との積が最小となるよう最大列数 $n_h$ と最大層数 $n_t$ とを設定して該ピラミッドコイルを設計し、(b) 該設計されたピラミッドコイルを前記スロットに取り付けたときの残余のスペースに基づいて前記矩形コイルを設計するコイルの設計方法。

## 【数1】

$$n_t \leq n_h \cdot \frac{W_s - W_t}{2 L m \tan \theta} \quad \dots (1)$$

$$n_t \leq N \cdot \frac{L \cdot (W_s - W_t)}{2 S \cdot n_h} \quad \dots (2)$$

$W_s$  : コイル許容最大幅  
 $W_t$  : ティース幅  
 $L$  : ピラミッドコイルの高さ  
 $m$  : ピラミッドコイルの傾斜部の列の減少単位数  
 $\theta$  : スロットピッチ角度  
 $N$  : 巻数  
 $S$  : 矩形コイルのスロット占有面積

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、集中巻電動機およびこれに用いるコイルの設計方法に関し、詳しくは、複数のスロットとティースとが交互に配置されたステータ

コアに矩形コイルとピラミッドコイルとを交互に取り付けてなる集中巻電動機およびこれに用いるコイルの設計方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の集中巻電動機としては、金型等を用いて予め所定形状に形成したコイルをティースに装着するものが提案されている（例えば、実用新案登録公報第2524074号など）。この集中巻電動機では、予め形成されたコイルをティースに装着することにより、ステータの組立作業の容易化を図ることができると共に巻線作業の自動化をも図ることができる、とされている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、こうした集中巻電動機では、予め形成したコイルをティースに装着するために、スロットの内部に空間が生じ、十分な占積率を確保することが困難であった。電動機の動特性の向上と効率の向上を図るためには、ティースに装着する各コイルは同一断面積の素線を用いて同一巻数とする必要がある。一方、コイルを装着するティースやスロットは、ステータが環状に形成されことにより、その形状を矩形にすることができない。このため、単に同一断面積の素線を同一巻数だけ巻回したコイルをティースに装着してもスロット内に空間が生じてしまう。

【0004】 本発明の集中巻電動機は、占積率を高くして効率を向上させることを目的とする。また、本発明のコイルの設計方法は、集中巻電動機の占積率を高くするコイルの設計方法を提供することを目的とする。

【0005】 なお、上述の課題の一部を解決するものとして、出願人は、異なる2つの形状のコイルを用いてスロット内を埋め尽くすことにより占積率を向上させるものを提案している（特願平9-185371号）。

## 【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】 本発明の集中巻電動機およびこれに用いるコイルの設計方法は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】 本発明の集中巻電動機は、複数のスロットとティースとが交互に配置されたステータコアに矩形コイルとピラミッドコイルとを交互に取り付けてなる集中巻電動機であって、前記矩形コイルと前記ピラミッドコイルは、断面積が同一の平角素線を用いて同一の巻数だけ巻回されてなると共に軸方向の長さが略同一として形成され、更に、前記スロット内で該ピラミッドコイルの傾斜部が該矩形コイルに略接するよう形成されてなることを要旨とする。

【0008】 この本発明の集中巻電動機では、断面積が同一の平角素線を用いて同一の巻数だけ巻回されてなると共に軸方向の長さが略同一として形成された矩形コイルとピラミッドコイルを、更にスロット内でピラミッド

コイルの傾斜部が矩形コイルに略接するよう形成することにより、電動機の動特性の向上と占積率の向上を図ることができる。ここで、「略接する」とは、接した状態を含む他、わずかなクリアランスをもって接していない状態も含む意である。

【0009】こうした本発明の集中巻電動機において、前記矩形コイルと前記ピラミッドコイルは、異なる断面形状の平角素線で巻回されてなるものとすることもできる。平角素線は、同一断面積であれば電動機の動特性を低下させないから、断面形状は如何なるものでもよい。

【0010】また、本発明の集中巻電動機において、前記矩形コイルと前記ピラミッドコイルは、前記軸方向の長さが前記ティースの長さより所定長さだけ短く形成されてなるものとすることもできる。ここで、「所定長さ」は、コイルの熱膨張による長さを考慮する意である。

【0011】本発明のコイルの設計方法は、複数のスロットとティースとが交互に配置されたステータコアに交互に取り付け可能な矩形コイルとピラミッドコイルとを設計するコイルの設計方法であって、断面積が同一の平角素線を用いて同一の巻数だけ巻回すると共に軸方向の長さを略同一とし、更に、前記ステータコアに取り付けたときに前記ピラミッドコイルの傾斜部が前記矩形コイルに略接するよう該矩形コイルと該ピラミッドコイルを設計することを要旨とする。

【0012】この本発明のコイルの設計方法によれば、電動機の動特性と占積率とを向上させるコイルを設計することができる。ここで、「略接する」とは、接した状態を含む他、わずかなクリアランスをもって接していない状態も含む意である。

【0013】こうした本発明のコイルの設計方法において、(a) 前記ピラミッドコイルの最大列数 $nh$ と最大層数 $nt$ が式(3)および式(4)の関係を満たすと共に最大列数 $nh$ と最大層数 $nt$ との積が最小となるよう最大列数 $nh$ と最大層数 $nt$ とを設定して該ピラミッドコイルを設計し、(b) 該設計されたピラミッドコイルを前記スロットに取り付けたときの残余のスペースに基づいて前記矩形コイルを設計するものとすることもできる。ここで、式(3)および式(4)中、 $Ws$ はピラミッドコイル許容最大幅、 $Wt$ はティース幅、 $L$ はピラミッドコイルの高さ、 $m$ はピラミッドコイルの傾斜部の列の減少単位数、 $\theta$ はスロットピッチ角度、 $N$ は巻数、 $S$ は矩形コイルのスロット占有面積である。

【0014】

【数2】

$$nt \leq nh \cdot \frac{Ws - Wt}{2Lmtan\theta} \quad \dots (3)$$

$$nt \leq N \cdot \frac{L \cdot (Ws - Wt)}{2S \cdot nh} \quad \dots (4)$$

【0015】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である集中巻電動機に用いられるステータコア20の一部の構成の概略を示す構成図である。図示するように、ステータコア20の内周側に形成されたティース22には矩形コイル30とピラミッドコイル40とがスロット24に丁度収まるように装着されている。

【0016】矩形コイル30とピラミッドコイル40は、同一断面積であるがその形状が異なる平角素線、即ち矩形コイル30では $h1 \times t1$ の平角素線でピラミッドコイル40では $h2 \times t2$  ( $h1 \times t1 = h2 \times t2$ )の平角素線を同一巻数(実施例では52巻)だけ巻き付けて軸方向の長さ(ピラミッドコイル40の高さ) $L$ がティース22の長さより若干短くなるよう形成されていると共にティース22に装着したときにピラミッドコイル40の傾斜部が矩形コイル30に丁度接触するよう形成されている。なお、両コイル30、40の軸方向の長さ $L$ とティース22の長さとの偏差は、両コイル30、40の熱膨張を考慮したものである。

【0017】こうして構成された矩形コイル30とピラミッドコイル40によれば、ステータコア20に装着したときに生じるスロット24の余分な空間を小さくすることができるから、その占積率を向上させることができる。しかも、同一断面積の平角素線を同一巻数だけ巻き付けるから、電動機の動特性を良好なものとすることができる。この結果、矩形コイル30とピラミッドコイル40とを装着したステータコア20を組み付けてなる集中巻電動機の性能を向上させることができる。

【0018】次に、実施例の矩形コイル30とピラミッドコイル40の設計方法について説明する。まず、ピラミッドコイル40の設計方法について述べる。ティース22の長さから決定されるピラミッドコイル40の高さ $L$ とピラミッドコイル40を形成する平角素線の高さ $h2$ との関係は次式(5)により導かれる。ここで、 $nh$ はピラミッドコイル40の最大列数である。

【0019】

【数3】

$$h2 = L / nh \quad \dots (5)$$

$$nh = 1, 2, 3, 4, \dots$$

【0020】ピラミッドコイル40の最大幅は、ピラミッドコイル許容最大幅 $Ws$ に等しいことから、平角素線の厚さ $t2$ とピラミッドコイル許容最大幅 $Ws$ との関係は次式(6)となる。ここで、 $Wt$ はティース幅であり、 $nt$ はピラミッドコイル40の最大層数である。

【0021】

【数4】

$$t_2 \leq \frac{W_s - W_t}{2 \cdot n \cdot t} \quad \dots (6)$$

$$n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

【0022】ピラミッドコイル40の傾斜部において平角素線が矩形コイル30の平角素線と干渉することなく接触する用件から、スロットピッチ角度を $\theta$ とすると、ピラミッドコイル40を形成する平角素線の高さ $h_2$ と厚さ $t_2$ とは次式(7)の関係を満たす必要がある。ここで、式(7)中、 $m$ はピラミッドコイル40の傾斜部の列の減少単位数、即ち層を変える毎に減少させる列の数である。

【0023】

$$t_2 = h_2 \cdot m \cdot \tan \theta \quad \dots (7)$$

$$m = 1, 2, 3, \dots$$

【0024】以上の式(5)ないし式(7)を最大列数 $nh$ と最大層数 $nt$ との関係として整理すると、上述の式(3)が導かれる。

$$S = b - \sqrt{b^2 - c} \quad \dots (8)$$

$$b = \frac{W_s - W_t}{2} + L \cdot \sin \theta$$

$$c = \frac{(W_s - W_t)^2}{2} + 2 \tan \theta \left\{ L_0 \cdot L \cdot \sin \theta - L \cdot \frac{W_s - W_t}{2} - \frac{W_t \cdot L \cdot (1 + \cos \theta)}{2} \right\}$$

【0027】矩形コイル30の占有面積 $S$ をそのままピラミッドコイル40の占有面積として考え、高さ $h_2$ で厚さ $t_2$ の平角素線を用いてピラミッドコイル40を形成することを考えると、その巻数 $N$ と占有面積 $S$ とは、次式(9)の関係を満たす必要がある。

【0028】

$$N < \frac{S}{h_2 \cdot t_2} \quad \dots (9)$$

【0029】この式(9)に上述の式(5)および式(6)を代入して最大層数 $nt$ について整理すると、上述の式(4)が導かれる。式(3)および式(4)の関係の一例を図3に示す。図中、複数の双曲線は、式(4)の巻数 $N$ を30, 40, 50, 52, 60としたものである。また、図中、黒四角や黒三角、黒丸の各ポイントは、式(3)で最大層数 $nt$ も最大列数 $nh$ も自然数として表わしたものである。ピラミッドコイル40の設計では、巻き付け可能な巻数 $N$ の双曲線の右上の領域に位置する式(3)のポイントのうち最大層数 $nt$ と最大列数 $nh$ の積が最小となる組み合わせを設計値とする。なお、巻き付け可能な巻数 $N$ は、ピラミッドコイル

【0025】一方、矩形コイル30のスロット24の占有面積を $S$ とし、ピラミッドコイル40の傾斜部を直線とみなしたときのスロット24の占有面積を $S_1$ とする。矩形コイル30とピラミッドコイル40の形状とスロット24の形状との関係を図2に示す。図示するように、矩形コイル30の占有面積 $S$ は $xL$ で計算され、ピラミッドコイル40の占有面積 $S_1$ は $yL + (L + z) \cdot (a - y) / 2$ で計算される。いま、 $x$ を変数とすれば、 $y$ は変数 $x$ の関数として表わすことができ、 $z$ も変数 $x$ の関数として表わすことができる。そして、矩形コイル30の占有面積 $S$ とピラミッドコイル40の占有面積 $S_1$ とが等しい関係( $S = S_1$ )を考慮すれば、変数 $x$ を決定することができる。こうして求めた変数 $x$ を用いて矩形コイル30の占有面積 $S$ を式で表わすと次式(8)となる。なお、 $L_0$ は、ステータコア20の中心とコイル内径部との距離である(図1参照)。

【0026】

【数6】

40の形状や矩形コイル30の層数 $n_1$ および列数 $n_2$ から妥当なものを選択することにより設定する。こうした最大層数 $nt$ と最多列数 $nh$ の決定の際には、ピラミッドコイル40の傾斜部の列の減少単位数 $m$ も決定される。そして、決定した最大列数 $nh$ と最大層数 $nt$ とを式(5)および式(6)に代入してピラミッドコイル40を巻き付ける平角素線の高さ $h_2$ と厚み $t_2$ とを決定する。

【0030】以上説明した手法によりピラミッドコイル40の設計値、即ち平角素線の断面形状(高さ $h_2$ と厚み $t_2$ )や巻数 $N$ 、最大列数 $nh$ 、最大層数 $nt$ 、傾斜部の列の減少単位数 $m$ が決定される。

【0031】矩形コイル30の設計は、ピラミッドコイル40をステータコア20に装着したときのスロット24の残余のスペースとしての縦 $S/L$ で横 $L$ の長方形に巻数 $N$ のコイルを形成するものとすればよい。まず、矩形コイル30を巻き付ける平角素線の高さを $h_1$ 、厚みを $t_1$ とすると、次式(10)に示すように、平角素線の断面積( $h_1 \times t_1$ )に巻数 $N$ を乗じたものが矩形コイル30の占有面積 $S$ に等しくなる関係を満たすことが必要となる。

$$【0032】 h_1 \times t_1 \times N = S \quad (10)$$

【0033】 巻数 $N$ を選択する際に、矩形コイル30の層数 $n_1$ と列数 $n_2$ は決定されているから、矩形コイル30の高さをピラミッドコイル40の高さ $L$ と等しいものとして次式(11)により平角素線の高さ $h_1$ を決定し、これを式(10)に代入して平角素線の厚み $t_1$ を決定する。

$$【0034】 h_1 = L / n_2 \quad (11)$$

【0035】 以上説明した手法により矩形コイル30の設計値、即ち平角素線の断面形状(高さ $h_1$ と厚み $t_1$ )や巻数 $N$ 、層数 $n_1$ 、列数 $n_2$ が決定される。

【0036】 以上説明した矩形コイル30とピラミッドコイル40の設計方法によれば、同一断面積であるがその形状が異なる平角素線を同一巻数だけ巻き付けて軸方向の長さがティース22の長さより若干短く、かつ、ティース22に装着したときにピラミッドコイル40の傾斜部が矩形コイル30に丁度接触するよう矩形コイル30とピラミッドコイル40とを設計することができる。即ち、占積率を向上させる矩形コイル30とピラミッド

コイル40とを設計することができるのである。

【0037】 以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である集中巻電動機に用いられるステータコア20の一部の構成の概略を示す構成図である。

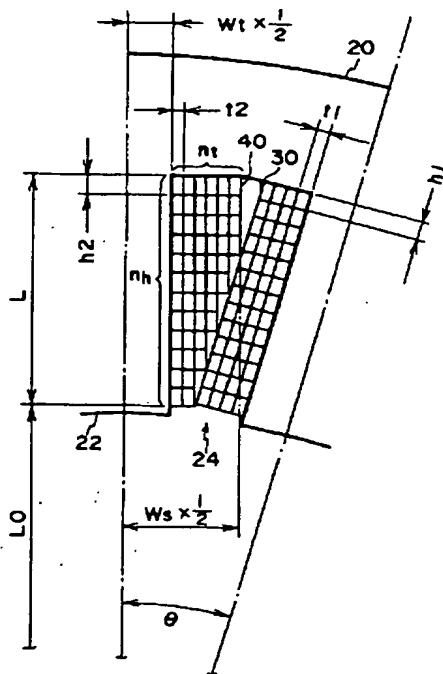
【図2】 矩形コイル30とピラミッドコイル40の形状とスロット24の形状との関係を説明する説明図である。

【図3】 式(3)および式(4)を用いて最大列数 $n_h$ と最大層数 $n_t$ とを決定している様子の一例を示す説明図である。

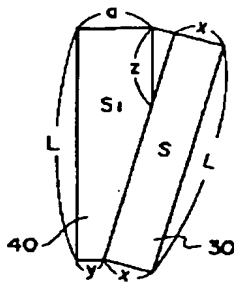
【符号の説明】

20 ステータコア、22 ティース、24 スロット、30 矩形コイル、40 ピラミッドコイル。

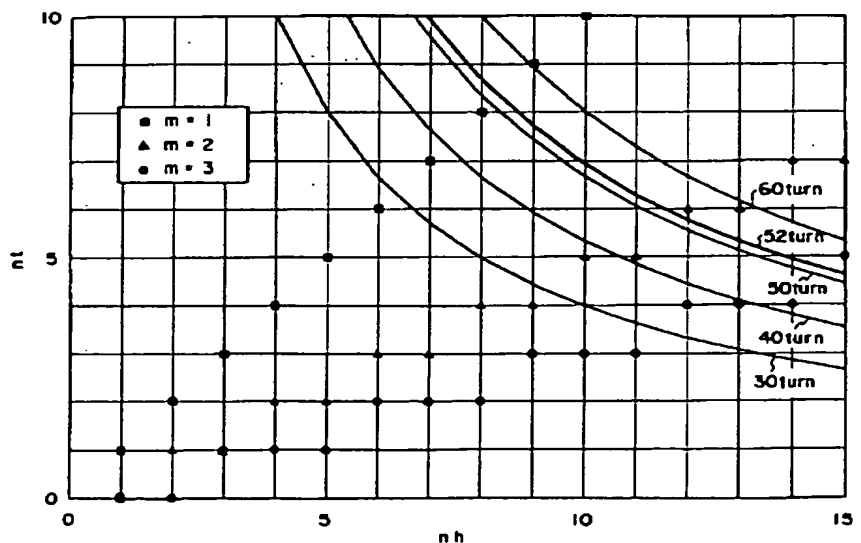
【図1】



【図2】



【図3】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-112484

(43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.Cl.

H02K 3/18  
H02K 1/14  
H02K 3/28  
H02K 15/095

(21)Application number : 2000-295772 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 28.09.2000 (72)Inventor : MIURA TETSUYA

## (54) CONCENTRATED WOUND COIL MOTOR AND ITS COIL DESIGN

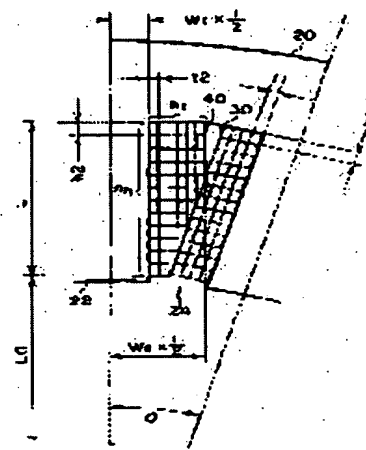
## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To design a rectangular coil and a pyramid coil having a large coil occupancy rate.

SOLUTION: Out of  $n_t$  and  $n_h$  satisfying the formulas  $n_t \leq n_h \times (W_s - W_t) / 2 L \tan \theta$  and  $n_t \leq N \times L \times (W_s - W_t) / 2 S \times n_h$  using an appropriate number of turns  $N$ , the one having the smallest product is made the maximum number of the layers  $n_t$  and the maximum line number  $n_h$  of the pyramid coil 40. The height  $h_2$  of a flat wire is decided by dividing the maximum height of the pyramid coil  $L$  by the maximum number of lines  $n_h$ . The thickness  $t_2$  of the flat wire is decided by subtracting the teeth width  $W_t$  from the maximum width  $W_s$  and multiplying  $1/2$  and dividing by the maximum layer number  $n_t$ . For the rectangular coil 30, the height  $h_1$  and the thickness  $t_1$  are obtained from the space left in the slot 24 after loading the pyramid coil 40.

$$n_t \leq n_h \cdot \frac{W_s - W_t}{2 L \tan \theta} \quad \dots (1)$$

$$n_t \leq N \cdot \frac{L \cdot (W_s - W_t)}{2 S \cdot n_h} \quad \dots (2)$$



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the concentrated-winding motor with which two or more slots and teeth come by turns to attach a rectangle coil and a pyramid coil in a stator core arranged by turns. While coming to wind only the same number of turns using a straight angle strand with the cross section same [ said rectangle coil and said pyramid coil ], the length of shaft orientations is formed as abbreviation identitas. Furthermore, a concentrated-winding motor which is formed and becomes so that a ramp of this pyramid coil may \*\*\*\* in this rectangle coil within said slot.

[Claim 2] Said rectangle coil and said pyramid coil are a concentrated-winding motor according to claim 1 which it comes to wind with a straight angle strand of a different cross-section configuration.

[Claim 3] For said rectangle coil and said pyramid coil, the length of said shaft orientations is the concentrated-winding motor according to claim 1 or 2 with which it comes to form only predetermined length from the length of said teeth short.

[Claim 4] It is the layout method of a coil of designing a rectangle coil which two or more slots and teeth can attach in a stator core arranged by turns by turns, and a pyramid coil. A layout method of a coil of designing this rectangle coil and this pyramid coil so that a ramp of said pyramid coil may \*\*\*\* in said rectangle coil, when [, at which the cross section winds only the same number of turns using the same straight angle strand ] both the length of shaft orientations is made into abbreviation identitas and it attaches in said stator core further.

[Claim 5] It is the layout method of a coil according to claim 4. (a) Set up number nh of maximizing sequences, and number nt of the maximum layers, and this pyramid coil is designed so that a number nh of maximizing sequences and number nt [ of the maximum layers ] product may serve as min, while number [ of said pyramid coil ] nh of maximizing sequences and number nt of the maximum layers fills relation between a formula (1) and a formula (2). (b) A layout method of a coil of designing said rectangle coil based on a space of the remainder when attaching a designed this pyramid coil in said slot.

[Equation 1]

$$n t \leq n h \cdot \frac{W_s - W_t}{2 L m t a n \theta} \quad \dots (1)$$

$$n t \leq N \cdot \frac{L \cdot (W_s - W_t)}{2 S \cdot n h} \quad \dots (2)$$

Ws : コイル許容最大幅

Wt : ティース幅

L : ピラミッドコイルの高さ

m : ピラミッドコイルの傾斜部の列の減少単位数

θ : スロットピッチ角度

N : 巻数

S : 矩形コイルのスロット占有面積

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the layout method of the coil used for the concentrated-winding motor and this which come by turns to attach a rectangle coil and a pyramid coil at the stator core by which two or more slots and teeth have been arranged by turns in detail about the layout method of the coil used for a concentrated-winding motor and this.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, what equips teeth with the coil beforehand formed in the predetermined configuration, using metal mold etc. as this kind of a concentrated-winding motor is proposed (for example, utility model registration official report No. 2524074 etc.). In this concentrated-winding motor, it is supposed by equipping teeth with the coil formed beforehand that automation of a coil activity can also be attained while being able to attain easy-ization of the assembly operation of a stator.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to equip teeth with the coil formed beforehand in such a concentrated-winding motor, it was difficult to generate space inside a slot and to secure sufficient space factor. In order to aim at improvement in the dynamic characteristics of a motor, and improvement in effectiveness, it is necessary to make into the same number of turns each coil with which teeth are equipped using the strand of the same cross section. On the other hand, a stator is formed annularly and the teeth or slot equipped with a coil cannot make the configuration a rectangle by things. For this reason, even if it equips teeth with the coil around which only the same number of turns only wound the strand of the same cross section, space will be generated in a slot.

[0004] The concentrated-winding motor of this invention aims at making a space factor high and raising effectiveness. Moreover, the layout method of the coil of this invention aims at offering the layout method of the coil which makes the space factor of a concentrated-winding motor high.

[0005] In addition, the applicant has proposed what raises a space factor by filling the inside of a slot using the coil of two different configurations as what solves a part of above-mentioned technical problem (Japanese Patent Application No. No. 185371 [ nine to ]).

[0006]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effect] The layout method of the coil used for the concentrated-winding motor of this invention and this took the following means, in order to attain the above-mentioned purpose.

[0007] The concentrated-winding motor of this invention is a concentrated-winding motor with which two or more slots and teeth come by turns to attach a rectangle coil and a pyramid coil in the stator core arranged by turns. While coming to wind only the same number of turns using a straight angle strand with the cross section same [ said rectangle coil and said pyramid coil ], the length of shaft orientations is formed as abbreviation identitas. Furthermore, let it be a summary to be formed and to become so that the ramp of this pyramid coil may \*\*\*\* in this rectangle coil within said slot.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[0008] In the concentrated-winding motor of this this invention, while coming to wind only the same number of turns using a straight angle strand with the same cross section, improvement in the dynamic characteristics of a motor and improvement in a space factor can be aimed at by forming the rectangle coil and pyramid coil with which the length of shaft orientations was formed as abbreviation identitas so that the ramp of a pyramid coil may \*\*\*\* in a rectangle coil within a slot further. The condition of having touched "it \*\*\*\*(ing)" is included here, and also it is mind also including the condition of having not touched with slight path clearance.

[0009] In the concentrated-winding motor of such this invention, it shall come to wind said rectangle coil and said pyramid coil with the straight angle strand of a different cross-section configuration. If a straight angle strand is the same cross section, since the dynamic characteristics of a motor will not be reduced, what kind of thing is sufficient as a cross-section configuration.

[0010] Moreover, in the concentrated-winding motor of this invention, as for said rectangle coil and said pyramid coil, it shall come to form the length of said shaft orientations only predetermined length from the length of said teeth short. Here, "predetermined length" is the mind in consideration of the length by the thermal expansion of a coil.

[0011] The layout method of the coil of this invention is the layout method of a coil of designing the rectangle coil which two or more slots and teeth can attach in the stator core arranged by turns by turns, and a pyramid coil. While the cross section winds only the same number of turns using the same straight angle strand, the length of shaft orientations is made into abbreviation identitas. Furthermore, when you attach in said stator core, let it be a summary to design this rectangle coil and this pyramid coil so that the ramp of said pyramid coil may \*\*\*\* in said rectangle coil.

[0012] According to the layout method of the coil of this this invention, the coil which raises the dynamic characteristics and the space factor of a motor can be designed. The condition of having touched "it \*\*\*\*(ing)" is included here, and also it is mind also including the condition of having not touched with slight path clearance.

[0013] In the layout method of the coil of such this invention (a) Set up number nh of maximizing sequences, and number nt of the maximum layers, and this pyramid coil is designed so that a number nh of maximizing sequences and number nt [ of the maximum layers ] product may serve as min, while number [ of said pyramid coil ] nh of maximizing sequences and number nt of the maximum layers fills the relation between a formula (3) and a formula (4). (b) Said rectangle coil shall be designed based on the space of the remainder when attaching the designed this pyramid coil in said slot. here -- the inside of a formula (3) and a formula (4), and Ws -- for the height of a pyramid coil, and m, the reduction number of unit of the train of the ramp of a pyramid coil and theta are [ the pyramid coil permission maximum width and Wt / teeth width of face and L / number of turns and S of a slot pitch angle and N ] the slot occupancy area of a rectangle coil.

[0014]

[Equation 2]

$$n t \leq n h \cdot \frac{W_s - W_t}{2 L m t a n \theta} \quad \dots (3)$$

$$n t \leq N \cdot \frac{L \cdot (W_s - W_t)}{2 S \cdot n h} \quad \dots (4)$$

[0015]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained using an example. Drawing 1 is the block diagram showing the outline of the configuration of a part of stator core 20 used for the concentrated-winding motor which is one example of this invention. The teeth 22 formed in the inner circumference side of a stator core 20 are equipped so that the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 may be exactly settled in a slot 24, so that it may illustrate.

[0016] The straight angle strand with which the configurations differ although the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 are the same cross sections, With the rectangle coil 30, only the same number of turns (an example 52 volumes) twist the straight angle strand of h2xt2 (h1xt1=h2xt2) with the pyramid

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

coil 40 with the straight angle strand of  $h1 \times t1$ . Namely, length (height of pyramid coil 40)  $L$  of shaft orientations While being formed so that it may become short a little from the length of teeth 22, when teeth 22 are equipped, it is formed so that the ramp of the pyramid coil 40 may contact the rectangle coil 30 exactly. In addition, the deflection of length  $L$  of the shaft orientations of both the coils 30 and 40 and the length of teeth 22 takes into consideration the thermal expansion of both the coils 30 and 40.

[0017] In this way, according to the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 which were constituted, since excessive space of the slot 24 produced when a stator core 20 is equipped can be made small, the space factor can be raised. And since only the same number of turns twist the straight angle strand of the same cross section, dynamic characteristics of a motor can be made good. Consequently, the engine performance of the concentrated-winding motor which comes to attach the stator core 20 equipped with the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 can be raised.

[0018] Next, the layout method of the rectangle coil 30 of an example and the pyramid coil 40 is explained. First, the layout method of the pyramid coil 40 is described. The relation between height  $L$  of the pyramid coil 40 determined from the length of teeth 22 and the height  $h2$  of the straight angle strand which forms the pyramid coil 40 is drawn by the degree type (5). Here,  $nh$  is the number of maximizing sequences of the pyramid coil 40.

[0019]

[Equation 3]

$$h2 = L / nh \quad \dots (5)$$

$$nh = 1, 2, 3, 4, \dots$$

[0020] Since the maximum width of the pyramid coil 40 is equal to the pyramid coil permission maximum width  $Ws$ , the relation between the thickness  $t2$  of a straight angle strand and the pyramid coil permission maximum width  $Ws$  serves as a degree type (6). Here,  $Wt$  is teeth width of face and  $nt$  is the maximum number of layers of the pyramid coil 40.

[0021]

[Equation 4]

$$t2 \leq \frac{Ws - Wt}{2 \cdot nt} \quad \dots (6)$$

$$nt = 1, 2, 3, 4, \dots$$

[0022] From the business which contacts without a straight angle strand interfering with the straight angle strand of the rectangle coil 30 in the ramp of the pyramid coil 40, if a slot pitch angle is set to  $\theta$ , it is necessary to fill the relation of a degree type (7) in the height  $h2$  and thickness  $t2$  of a straight angle strand which form the pyramid coil 40. Here,  $m$  is the number of the trains decreased whenever it changes the reduction number of unit of the train of the ramp of the pyramid coil 40, i.e., a layer, among a formula (7).

[0023]

[Equation 5]

$$t2 = h2 \cdot m \cdot tan \theta \quad \dots (7)$$

$$m = 1, 2, 3, \dots$$

[0024] If the above formula (5) thru/or formula (7) is arranged as number  $nh$  of maximizing sequences, and number  $nt$  [ of the maximum layers ] relation, an above-mentioned formula (3) will be drawn.

[0025] On the other hand, occupancy area of the slot 24 of the rectangle coil 30 is set to  $S$ , the ramp of the pyramid coil 40 is set into a straight line, and occupancy area of the slot 24 at the time is wholly set to  $S1$  the bottom. The relation between the configurations of the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 and the configuration of a slot 24 is shown in drawing 2. The occupancy area  $S$  of the rectangle coil 30 is calculated by  $xL$ , and the occupancy area  $S1$  of the pyramid coil 40 is calculated by  $yL + (L+z)$  and  $(a-y)/2$  so that it may illustrate. Now, a variable, then  $y$  can express  $x$  as a function of Variable  $x$ , and  $z$  can also express it as a function of Variable  $x$ . And Variable  $x$  can be determined if the occupancy area

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

S of the rectangle coil 30 and the occupancy area S1 of the pyramid coil 40 take equal relation ( $S=S1$ ) into consideration. In this way, if the occupancy area S of the rectangle coil 30 is expressed with a formula using the variable x for which it asked, it will become a degree type (8). In addition, L0 is the distance of the center of a stator core 20, and the coil bore section (refer to drawing 1).

[0026]

[Equation 6]

$$S = b - \sqrt{b^2 - c} \quad \dots (8)$$

$$b = \frac{Ws - Wt}{2} + L \cdot \sin \theta$$

$$c = \frac{(Ws - Wt)^2}{2} + 2 \tan \theta \left\{ L_0 \cdot L \cdot \sin \theta - L \cdot \frac{Ws - Wt}{2} - \frac{Wt \cdot L \cdot (1 + \cos \theta)}{2} \right\}$$

[0027] If the occupancy area S of the rectangle coil 30 is considered as an occupancy area of the pyramid coil 40 as it is and it considers forming the pyramid coil 40 using the straight angle strand of thickness t2 in height h2, it is necessary to fill the relation of a degree type (9) in the number of turns N and occupancy area S.

[0028]

[Equation 7]

$$N < \frac{S}{h_2 \cdot t_2} \quad \dots (9)$$

[0029] If an above-mentioned formula (5) and an above-mentioned formula (6) are substituted for this formula (9) and it arranges about number nt of the maximum layers, an above-mentioned formula (4) will be drawn. An example of the relation between a formula (3) and a formula (4) is shown in drawing 3. Two or more hyperbolas set the number of turns N of a formula (4) to 30, 40, 50, 52, and 60 among drawing. Moreover, each point of a black rectangular head, a black trigonum, and a black dot expresses number nt of the maximum layers, and the number nh of maximizing sequences with a formula (3) as the natural number among drawing. In layout of the pyramid coil 40, the product of number nt of the maximum layers and the number nh of maximizing sequences makes combination used as min a layout value among the points of the formula (3) which twists and is located in the field at the upper right of the hyperbola of the possible number of turns N. In addition, it twists and the possible number of turns N are set up by choosing an appropriate thing from the configuration of the pyramid coil 40, the number of layers n1 of the rectangle coil 30, and n2 trains. In the case of the decision of such number nt of the maximum layers, and the number nh of the most trains, the reduction number of unit m of the train of the ramp of the pyramid coil 40 is determined. And the height h2 and thickness t2 of a straight angle strand which substitute determined number nh of maximizing sequences and number nt of the maximum layers for a formula (5) and a formula (6), and twist the pyramid coil 40 are determined.

[0030] The reduction number of unit m of the train of layout value of pyramid coil 40, i.e., cross-section configuration of straight angle strand, (height h2 and thickness t2), number-of-turns N, number nh of maximizing sequences, and number nt of the maximum layers and a ramp is determined by the technique explained above.

[0031] Layout of the rectangle coil 30 shall just form the coil of number of turns N in the rectangle of Width L by vertical S/L as a space of the remainder of the slot 24 when equipping a stator core 20 with the pyramid coil 40. First, when the height of the straight angle strand which twists the rectangle coil 30 is set to h1 and thickness is set to t1, as shown in a degree type (10), it is necessary to fill the relation to

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

which what multiplied the cross section ( $h_1 \times t_1$ ) of a straight angle strand by number of turns  $N$  becomes equal to the occupancy area  $S$  of the rectangle coil 30.

[0032]  $h_1 \times t_1 \times N = S$  (10)

[0033] In case number of turns  $N$  are chosen, since it is determined, the number of layers  $n_1$  and  $n_2$  trains of the rectangle coil 30 determine the height  $h_1$  of a straight angle strand for the height of the rectangle coil 30 by the degree type (11) as height  $L$  of the pyramid coil 40, and an equal, substitute this for a formula (10) and determine the thickness  $t_1$  of a straight angle strand.

[0034]  $h_1 = L/n_2$  (11)

[0035] The layout value of the rectangle coil 30, i.e., the cross-section configuration of a straight angle strand, (height  $h_1$  and thickness  $t_1$ ), number of turns  $N$ , a number of layers  $n_1$ , and  $n_2$  trains are determined by the technique explained above.

[0036] According to the layout method of the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 explained above, although it is the same cross section, only the same number of turns twist the straight angle strand with which the configurations differ, the length of shaft orientations is shorter than the length of teeth 22 a little, and when teeth 22 are equipped, the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 can be designed so that the ramp of the pyramid coil 40 may contact the rectangle coil 30 exactly. That is, the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40 which raise a space factor can be designed.

[0037] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained using the example, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which becomes various within limits which are not limited to such an example at all and do not deviate from the summary of this invention.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline of the configuration of a part of stator core 20 used for the concentrated-winding motor which is one example of this invention.

[Drawing 2] It is explanatory drawing explaining the relation between the configurations of the rectangle coil 30 and the pyramid coil 40, and the configuration of a slot 24.

[Drawing 3] It is explanatory drawing showing an example of signs that number nh of maximizing sequences and number nt of the maximum layers is determined using a formula (3) and a formula (4).

[Description of Notations]

20 A stator core, 22 Teeth, 24 A slot, 30 A rectangle coil, 40 Pyramid coil.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

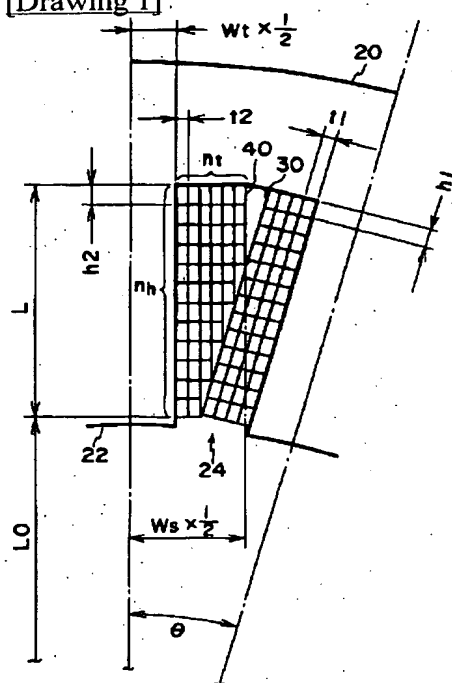
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

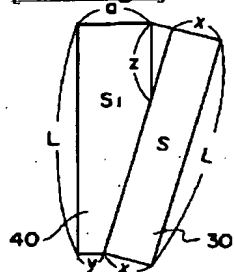
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

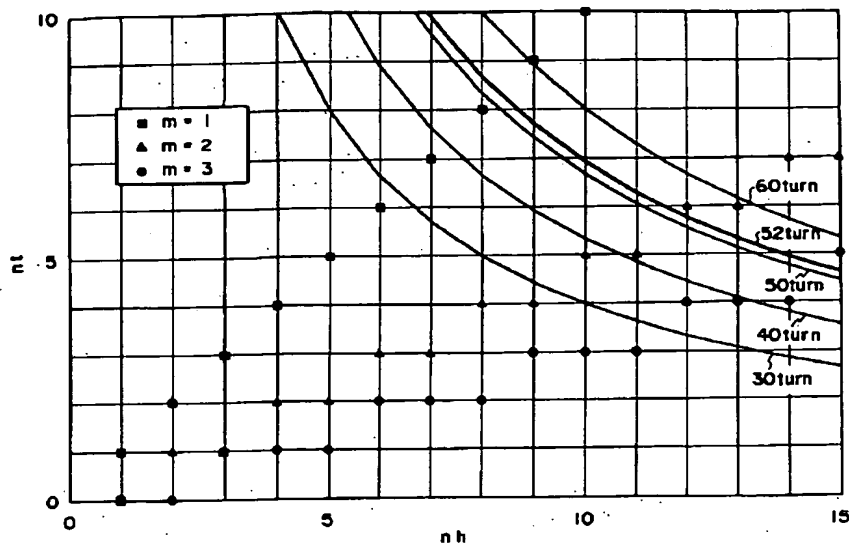


[Drawing 2]



[Drawing 3]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**